

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : B62M 9/12, 25/04, 9/16</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/03208 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Februar 1995 (02.02.95)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00852 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Juli 1994 (22.07.94)  (30) Prioritätsdaten: P 43 24 721.0 23. Juli 1993 (23.07.93) DE G 93 11 599.7 4. August 1993 (04.08.93) DE P 43 32 492.4 24. September 1993 (24.09.93) DE P 43 34 010.5 6. Oktober 1993 (06.10.93) DE  (71)(72) Anmelder und Erfinder: ELSÉN, Heinrich [DE/DE]; Trichtinger Strasse 3, D-72348 Rosenfeld (DE).  (74) Anwälte: LENZING, A. usw.; Cohausz Hase Davidowicz &amp; Partner, Schumannstr. 97-99, D-40237 Düsseldorf (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, CZ, HU, JP, PL, SI, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: BICYCLE GEARCHANGE

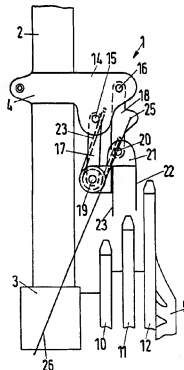
(54) Bezeichnung: FAHRRADGANGSCHALTUNG

(57) Abstract

In a bicycle gearchange with a first (1) and a second (2) changing system fitted one behind the other in the drive-line, a particularly smooth and easily handled design is obtained in that the first (1) and second (2) changing systems are pre-loaded towards the highest or lowest transmission ratio.

(57) Zusammenfassung

Bei einer Fahrradgangschaltung mit einem ersten Schaltwerk (1) und einem zweiten Schaltwerk (2), die im Kraftfluß hintereinander liegen, wird eine besonders leichtgängige und einfach zu bedienende Konstruktion dadurch erreicht, daß das erste Schaltwerk (1) und das zweite Schaltwerk (2) entweder in Richtung der jeweils größten Übersetzung oder in Richtung der jeweils kleinsten Übersetzung vorgespannt sind.



# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauritanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

- 1 -

### Fahrradgangschaltung

Die Erfindung betrifft eine Fahrradgangschaltung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Derartige Fahrradgangschaltungen sind aus der Praxis seit langem bekannt. Es gibt in erster Linie Kettenschaltungen mit einem vorderen Umwerfer und einem hinteren Schaltwerk. Der vordere Umwerfer, dem zwei bis vier an der Tretkurbel befestigte Kettenblätter zugeordnet sind, legt die Antriebskette jeweils auf das Kettenblatt der gewünschten Größe. Dem hinteren Schaltwerk sind dementsprechend auf dem Nabenfreilauf befestigte Kettenritzel zugeordnet wobei hier üblicherweise zwischen 5 und 8 Ritzel vorgesehen sind. Der Umwerfer und das Schaltwerk sind mit einer Parallelogrammechanik versehen, die die jeweiligen Kettenführungen vorne oberhalb der Kettenräder und hinten unterhalb der Ritzel hin und her bewegen, ohne die Kettenführungen zu kippen. Ein derartiger vorderer Umwerfer ist beispielsweise aus der DE 3429276C2 bekannt. Der Umwerfer und das Schaltwerk sind jeweils mit einer Feder in eine Extremstellung vorgespannt und werden über einen Seilzug durch Betätigung eines Schalthebels in die andere Richtung entgegen der Federkraft betätigt. Bei entspanntem Seilzug nimmt der Umwerfer bzw. das

- 2 -

Schaltwerk also seine durch die Federkraft vorbestimmte Extremstellung ein. Zur Betätigung des Umwerfers bzw. des Schaltwerks ist es erforderlich, den jeweils zugeordneten Seilzug zu ziehen. Hierzu sind üblicherweise Schalthebel vorgesehen, bei denen der Seilzug auf eine Aufwickelscheibe oder Aufwickeltrommel gewickelt wird. Ein Schalthebel mit einer Aufwickelscheibe ist beispielsweise aus der DE 2843348 C2 bekannt.

Es sind auch Schalthebel zur Betätigung von Seilzügen bekannt, bei denen der Seilzug über einen schwenkbaren Hebel betätigt wird, der wiederum über eine drehbare Kurvenscheibe aus seiner Ruhelage ausgelenkt und entgegen der den Seilzug vorspannenden Federkraft bewegt wird. Derartige Schaltungen sind aus der DE 2650011 C3 sowie aus der DE 4005102 A1 bekannt.

Bei allen bekannten Schaltungen erfolgt die Federvorspannung des Umwerfers bzw. des Schaltwerks in Richtung auf das jeweils kleinste Kettenblatt bzw. Ritzel hin. Im Falle des vorderen Umwerfers bedeutet dies, bei entspanntem Seilzug der Umwerfer auf dem kleinsten Kettenblatt liegt und somit die bei dieser Schaltvorrichtung kleinste Übersetzung eingelegt ist. Bei dem hinteren Schaltwerk bewirkt die Federvorspannung, daß bei entspanntem Seilzug die Kette wiederum auf dem kleinsten Ritzel liegt, was aber hier der größten möglichen Übersetzung des Schaltwerks entspricht.

Die jeweiligen Übersetzungsstufen des vorderen und des hinteren Schaltwerks sind unterschiedlich. Es bietet sich an, bei dem hinteren Schaltwerk kleinere Übersetzungssprünge, das heißt engere Abstufungen zu wählen, weil hier mehr Ritzel zur Verfügung stehen. Bei dem vorderen Schaltwerk sind größere Übersetzungssprünge der Regelfall. Dies führt in der Praxis dazu, daß das hintere Schaltwerk für die Durchschaltung der eng gestuften Gänge beispielsweise beim Beschleunigen benutzt wird, während das vordere Schaltwerk mehr nach Art eines Vorgelegegetriebes

- 3 -

den groben Übersetzungsrahmen vorgibt. Hier wird dann bei großen Fahrwiderständen, beispielsweise beim Bergauffahren, das kleinste vordere Kettenrad vorgewählt, während beim Bergabfahren oder generell bei geringen Fahrwiderständen das größte Kettenblatt vorgewählt wird.

Üblicherweise ist die Abstufung der Gänge beim hinteren Schaltwerk etwa im Bereich von 10-20 % von Gang zu Gang, während der Übersetzungssprung beim vorderen Schaltwerk rund 30-40 % beträgt.

Dies führt dazu, daß bei einem Durchschalten der Gangschaltung vom kleinsten möglichen Übersetzungsverhältnis zum größten möglichen Übersetzungsverhältnis beim Wechsel des vorderen Kettenblattes gleichzeitig ein Schaltvorgang des hinteren Schaltwerks in die entgegengesetzte Richtung erforderlich ist. Die physiologisch als günstig empfundene Abstufung von 15 % von Gang zu Gang kann nämlich beim Schalten des vorderen Umwerfers dann erreicht werden, wenn man zusätzlich das hintere Schaltwerk betätigt und dadurch den großen Übersetzungssprung von 30-40 % um den Übersetzungssprung des hinteren Schaltwerks vermindert. Die Schaltvorgänge gehen in die einander entgegengesetzte Richtung, das heißt wenn das vordere Schaltwerk in Richtung auf ein größeres Übersetzungsverhältnis geschaltet wird, dann muß das hintere Schaltwerk in Richtung auf ein kleineres Übersetzungsverhältnis geschaltet werden und umgekehrt. Wenn am vorderen Umwerfer ein größeres Kettenblatt gewählt wird, dann muß man am hinteren Schaltwerk ebenfalls ein größeres Ritzel gewählt werden, wenn beim Herunterschalten am vorderen Umwerfer ein kleineres Kettenblatt eingeschaltet wird, dann muß am hinteren Schaltwerk auf ein kleineres Ritzel geschaltet werden.

Es tritt nun das Problem auf, daß bei den bekannten Schaltungen die Federvorspannung des Umwerfers und des Schaltwerks jeweils in Richtung auf das kleinste Kettenblatt bzw. Kettenritzel ge-

**ERSATZBLATT**

- 4 -

richtet ist. Dadurch ist es beim Hochschalten der Gangschaltung erforderlich, daß beim Wechsel des vorderen Umwerfers auf ein größeres Kettenblatt, das heißt entgegen der Federvorspannung, auch das hintere Schaltwerk entgegen der Federvorspannung auf ein größeres Ritzel geschaltet wird. Es müssen also simultan beide Schaltwerke entgegen der Federvorspannung geschaltet werden, so daß zumindest in einer Schaltrichtung ein erheblicher Kraftaufwand erforderlich wird.

Problematisch werden die Kraftverhältnisse insbesondere dann, wenn beide Schaltwerke von demselben Schalthebel bedient werden sollen, wie es beispielsweise in der DE 4005102 A1 beschrieben ist.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Fahrradgangschaltung mit zwei Schaltwerken zu schaffen, bei denen beim gleichzeitigen Schalten beider Schaltwerke in Richtung entgegengesetzter Übersetzungen die maximalen Betätigungskräfte geringer sind.

Diese Aufgabe wird von einer Fahrradgangschaltung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Weil das erste Schaltwerk und das zweite Schaltwerk jeweils in Richtung derselben Extremübersetzung, also entweder in Richtung der jeweils größten Übersetzung oder in Richtung der jeweils kleinsten Übersetzung vorgespannt sind, ist beim gleichzeitigen Schalten beider Schaltwerke in entgegengesetzter Richtung nur die Federkraft eines Schaltwerks zu überwinden.

Der Schaltvorgang in Richtung der Federkraft erfolgt zuverlässig, wenn wenigstens eines der Schaltwerke von einer Feder vorgespannt ist.

Die konkrete Ausführungsform wird unter teilweiser Verwendung handelsüblicher Bauelemente einfacher möglich, wenn wenigstens

- 5 -

eines der Schaltwerke über einen Seilzug, insbesondere einen Bowdenzug bedienbar ist.

Eine leichte Bedienbarkeit, insbesondere für Kinder und gelegentliche Fahrer ergibt sich, wenn das erste Schaltwerk und das zweite Schaltwerk gemeinsam über einen Bedienungshebel bedienbar sind.

Wenn das erste Schaltwerk und/oder das zweite Schaltwerk über mindestens eine Kurvenscheibe und mindestens einen Pendelhebel betätigt werden, wird eine komplexere Führung der Kette möglich. Es ist z.B. denkbar, den oder die Umwerfer der Kettenlinie nachzuführen.

Die Nachrüstung vorhandener Fahrradgangschaltungen ist einfach möglich, wenn das erste Schaltwerk ein einer Hinterradnabe zugeordnetes Kettenschaltwerk ist und/oder wenn das zweite Schaltwerk ein einem Tretlager zugeordnetes Kettenschaltwerk ist.

Besonders pflegeleicht wird die Gangschaltung, wenn das zweite Schaltwerk ein der Hinterradnabe zugeordnetes Planetengetriebe oder ein der Hinterradnabe zugeordnetes Ziehkeilgetriebe ist.

In der Praxis hat sich bewährt, wenn das erste Schaltwerk 5 bis 8 Gänge umfaßt und/oder das zweite Schaltwerk 2 bis 5 Gänge umfaßt.

Physiologisch günstige Übersetzungsstufen ergeben sich, wenn das erste Schaltwerk Übersetzungsstufen von etwa 10 - 20 % von Gang zu Gang und das zweite Schaltwerk (2) Übersetzungsstufen von etwa 25 - 45 % von Gang zu Gang aufweist.

Eine kostengünstige Herstellung der Kurvenscheibe ist möglich, wenn die wenigstens eine Kurvenscheibe mittels eines Lasers ge-

- 6 -

schnitten ist, weil dann die Nachbearbeitung der Kurvenscheibe sehr einfach wird.

Eine einfache Härtung der Nockenflächen der Kurvenscheibe erfolgt, wenn die wenigstens eine Kurvenscheibe aus einem Stahl mit wenigstens 0,2 % Kohlenstoffanteil besteht.

Beim Laserschneiden härtet die Schnittfläche von selbst aus, wenn die wenigstens eine Kurvenscheibe aus einem der Stähle C35, C45 oder C60 gefertigt ist.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1: den vorderen Umwerfer einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung;
- Fig. 2: den Umwerfer gem. Fig. 1 in einer anderen Schaltposition;
- Fig. 3 einen bei einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung verwendbaren Schalthebel in einer schematischen Darstellung;
- Fig. 4: den Schalthebel gem. Fig. 3 in einer anderen Schaltposition;
- Fig. 5: die wesentlichen beweglichen Teile eines Schalthebels in einer Explosionsdarstellung;
- Fig. 6: eine Kurvenscheibe zur Steuerung des vorderen Umwerfers einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung;



- 7 -

Fig. 7: eine der Kurvenscheibe gem. Fig. 6 entsprechende Kurvenscheibe zur Steuerung des hinteren Schaltwerks einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung; sowie

Fig. 8: Tabellen mit Übersetzungsverhältnissen verschiedener Gangschaltungskombinationen.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung beschrieben.

Vorab werden einige Begriffe definiert. So nennt man bei einer Fahrradkettenschaltung mit einem vorderen Schaltwerk und einem hinteren Schaltwerk die hinteren Kettenräder Ritzel, vorne spricht man von Kettenrädern. Bei dem Schaltvorgang wird die Kette hinten von dem sogenannten Schaltwerk von einem Ritzel auf ein anderes gelegt. Bei einem Schaltvorgang des vorderen Schaltwerks wird diese Aufgabe von dem sogenannten Umwerfer erledigt.

Die nachstehend beschriebene Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Fahrradkettenschaltung mit drei Kettenrädern vorne und sieben Ritzeln hinten. Diese Art der Schaltung ist derzeit weit verbreitet, insbesondere bei Mountain Bikes und Trekking Bikes.

In der Fig. 1 ist ein Umwerfer einer derartigen Gangschaltung insgesamt mit 1 bezeichnet. Der Umwerfer 1 ist an einem Sattelrohr 2 eines Fahrradrahmens in der Nähe eines Tretlagers 3 mittels einer Schelle 4 befestigt. Üblicherweise in Fahrtrichtung rechts von dem Tretlager 3 sind an einer Tretkurbel 5 drei Kettenräder 10, 11 und 12 derart befestigt, daß sie sich mit der Tretkurbel 5 und einer nicht dargestellten Tretlagerachse um die Drehachse des Tretlagers 3 drehen können.

- 8 -

Ein Sockelabschnitt 14 des Umwerfers 1 befindet sich unbeweglich neben dem Sattelrohr 2. Zwei in dem Sockelabschnitt vorgesehene Achsen 15, 16 lagern schwenkbar zwei Parallelogrammhebel 17, 18. Die Parallelogrammhebel 17, 18 tragen an ihren den Achsen 15, 16 gegenüberliegenden Enden wiederum je eine Achse 19 bzw. 20. Eine Gabel 21 mit zwei Kettenführungsblechen 22 und 23 nimmt ihrerseits die beiden Achsen 19 und 20 auf, wobei die Achsaufnahmen in der Gabel 21 in wesentlichen denselben Abstand voneinander haben, wie die Achse 15 und 16 im rahmenfesten Bereich des Umwerfers 1. Dadurch wird die Parallelogrammführung derart vervollständigt, daß die Gabel 21 und die Kettenführungsbleche 22 und 23 auf den Rahmen zu und von dem Rahmen weg verfahren werden können, wobei sie etwa der Außenkontur der Kettenräder 10, 11 und 12 gem. Fig. 1 folgen, ohne sich bezüglich des Sattelrohres 2 zu neigen.

Eine Schenkelfeder weist einen zentralen, schraubenfederartigen Abschnitt auf, der die Achse 19 umgibt, sowie je einen Schenkel, der von dort zu der Achse 15 bzw. zu der Achse 20 verläuft. An der Achse 15 liegt der Schenkel an der dem Sattelrohr 2 abgewandten Seite an, an der Achse 20 liegt er an der dem Sattelrohr 2 zugewandten Seite an. Die Schenkel der Schenkelfeder 23 sind in der Position gem. Fig. 1 zusammengedrückt, deshalb wird der Umwerfer in die über dem größten Kettenrad 12 befindliche Position vorgespannt. Diese Stellung ist in der Fig. 2 dargestellt, in der die Schenkelfeder 23 entspannter ist.

An dem Parallelogrammhebel, der sich zwischen der Achse 16 und der Achse 20 erstreckt, ist eine Seilzugbefestigung 25 mit ihrem Krafteinleitungspunkt angedeutet. Ein in dieser Seilzugbefestigung 25 festgelegter Seilzug 26 ist unter dem Tretlager 3 entlang geführt und verläuft weiter zu dem hier nicht dargestellten Lenker und dem daran angeordneten Schalthebel. Bei Einwirkung einer Zugkraft über den Seilzug 26 und die Seilzugbefestigung 25 auf den äußeren Parallelogrammhebel wird die Ga-

- 9 -

bel 21 entgegen der Federkraft der Schenkelfeder 23 auf den Rahmen, insbesondere auf das Sattelrohr 2 zu verfahren. Eine (nicht dargestellte) Antriebskette wird also bei entspanntem Seilzug 26 infolge der Federkraft auf das größte Kettenrad 12 gelegt, während bei gespanntem Seilzug 26 die Kette auf einem der Kettenräder 10 oder 11 aufliegt. Bei mit Zugkraft beaufschlagtem Seilzug wird also eine kleinere Übersetzung gewählt, während bei entspanntem Seilzug infolge der Federkraft auf ein größeres Übersetzungsverhältnis umgeschaltet wird.

Das zu der erfindungsgemäßen Kettenschaltung gehörige hintere Schaltwerk ist ein handelsübliches federbelastetes Parallelogrammschaltwerk für sieben oder acht Ritzel mit einem zugehörigen Kettenspanner. Das hintere Schaltwerk ist in seiner entspannten Position auf das äußere, kleinste Ritzel geschaltet und wird ebenfalls durch einen Seilzug entgegen der Federkraft umgeschaltet, im Gegensatz zu dem Umwerfer 1 jedoch in Richtung auf ein kleineres Übersetzungsverhältnis. Diese Ausführung des hinteren Schaltwerks ist bekannt und soll in diesem Zusammenhang nicht weiter beschrieben werden.

In den Fig. 3 und 4 ist ein Teil eines Schalthebels in verschiedenen Stellungen dargestellt, der in einem Gehäuse 30 angeordnet ist. Ein Seilzug 31 tritt an einer Öffnung 29 in das Gehäuse 30 ein und endet in einem Nippel 32. Im Bereich der Öffnung 29 ist vorgesehen, daß die (nicht dargestellte) Außenhülle des Seilzugs 31 gegen das Gehäuse 30 abgestützt wird. Der Seilzug 31 ist durch die Federkraft eines der beiden Schaltwerke vorgespannt.

Mit seinem endseitigen Nippel 32 ist der Seilzug 31 in ein Lagerstück 33 eingehängt. Das Lagerstück 33 ist wiederum in einem gewissen Bereich drehbar in einen Pendelhebel 34 eingesetzt. Der Pendelhebel 34 ist in einem Lager 35 mit dem Gehäuse 30 verbunden und um die Achse dieses Lagers 35 schwenkbar angeord-

- 10 -

net, so daß der Seilzug 31 in seiner Zugrichtung durch Schwenken des Pendelhebels 34 bewegt werden kann. Etwa mittig auf der Linie von dem Lager 35 zu dem Lagerstück 33 der Pendelhebel 34 mit einem Zapfen 36 versehen, der seinerseits eine Rolle 37 trägt.

Eine im wesentlichen ebene Kurvenscheibe 40 ist in den Fig. 3 und 4 oberhalb des Pendelhebels angeordnet, und zwar derart, daß die Rolle 37 nach Art eines Nockenfolgers auf der Umfangsfläche der Kurvenscheibe 40 läuft. Die Kurvenscheibe 40 ist etwa mittig mit einem Antriebsvierkant 42 versehen, der die Dreh- und Antriebsachse der Kurvenscheibe 40 bildet. Insoweit ist die Seilzugbetätigung für ein Schaltwerk dargestellt.

Die Fig. 5 zeigt in einer vereinfachten Explosionsdarstellung einen Schalthebel für die simultane Betätigung zweier Schaltwerke einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung.

Die in der Fig. 5 dargestellten Bauelemente werden im folgenden von unten nach oben beschrieben.

Der Pendelhebel 34 mit dem Zapfen 36 und der Rolle 37 ist unterhalb der Kurvenscheibe 40 derart angeordnet, daß die Rolle 37 an der Umfangsfläche der Kurvenscheibe 40 anliegt. Soweit ist die Anordnung gem. Fig. 5 in den Fig. 3 und 4 gezeigt. Der Pendelhebel 34 betätigt einen Seilzug, der in Fig. 5 nicht dargestellt ist.

Oberhalb der Kurvenscheibe 40 ist eine erste Zahnscheibe 43 vorgesehen, die parallel zu der Kurvenscheibe 40 liegt und mittig ein dem Vierkantloch 42 der Kurvenscheibe 40 entsprechendes Vierkantloch 44 aufweist. Die beiden Vierkantlöcher liegen im zusammengebauten Zustand deckungsgleich übereinander. Umfangsseitig trägt die Zahnscheibe 43 eine Anzahl von Zähnen 45, die

- 11 -

in konstantem Abstand gleichmäßig um die Zahnscheibe 43 herum verteilt sind.

Oberhalb der Zahnscheibe 43 und parallel zu dieser ist ein Schalthebel 47 angeordnet, der das eigentliche Betätigungsselement der erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung in dieser Ausführungsform darstellt. Der Schalthebel 47 umfaßt einen Griffabschnitt 48 und einen scheibenförmigen Bereich 49. Etwa mittig in dem Bereich 49 ist eine runde Bohrung 51 vorgesehen. Zwei Schaltklinken 52, von denen eine in der Fig. 5 sichtbar ist und die andere sich auf der Unterseite des Schalthebel befindet, sind im Übergangsbereich von dem Griffabschnitt 48 zu dem Bereich 49 angeordnet. Die Schaltklinken 52 sind unabhängig voneinander jeweils parallel zu der Oberfläche des Bereichs 49 um eine gemeinsame Achse 53 schwenkbar. Eine Feder 54 spannt beide Schaltklinken 52 in Richtung auf die Bohrung 51 hin vor. Die untere, nicht sichtbare Schaltklinke ist spiegelbildlich bezüglich einer Linie durch die Achse 53 und die Mitte der Bohrung 51 angeordnet, sie liegt also etwa V-förmig in einem Winkel von 90° zu der sichtbaren Schaltklinke 52.

Eine zweite Zahnscheibe 55 ist über dem Schalthebel 47 angeordnet. Die Zahnscheibe gleicht der ersten Zahnscheibe 43, sie ist lediglich so montiert, daß ihre Zähne 56 in die andere Umfangsrichtung weisen, als die Zähne 45. Auch die Zahnscheibe 55 trägt mittig ein Vierkantloch 57.

Eine gemeinsame Vierkantwelle 59 ist in die jeweiligen Vierkantlöcher einsetzbar und koppelt die betreffenden Scheiben drehfest miteinander. Der Schalthebel 47 ist aufgrund seiner Bohrung 51 zwar von der Welle 59 zentriert, bleibt aber drehbar gegenüber der Welle 59.

Eine zweite Kurvenscheibe 60 ist ebenfalls mit einem Vierkantloch 62 versehen und oberhalb der Zahnscheibe 55 angeordnet.

- 12 -

Schließlich befindet sich ein zweiter Pendelhebel 64 über der Kurvenscheibe 60. Der zweite Pendelhebel 64 ist von der Form her dem Pendelhebel 34 ähnlich, eine drehbare Rolle ist jedoch an seiner der Kurvenscheibe 60 zugewandten Seite vorgesehen und daher nicht sichtbar. Diese Rolle läuft analog zu der Funktion der Rolle 37 des ersten Pendelhebels auf der Umfangsfläche der Kurvenscheibe 60. Der Pendelhebel 64 ist ebenfalls um seine Achse 65 schwenkbar und betätigt mit seinem der Achse 65 gegenüberliegenden Ende einen nicht dargestellten Seilzug. Befestigung und Ausrichtung des Seilzuges ergeben sich aus Fig. 3 und Fig. 4, Ziffern 31, 32 und 33.

Die in Fig. 5 dargestellte Mechanik wird von einem Gehäuse umschlossen, aus dem auf einer Seite der Griffabschnitt 48 herausragt und auf der anderen Seite die beiden von den beiden Pendelhebeln 34 und 64 betätigten Seilzüge austreten.

Eine Kurvenscheibe für die Steuerung des vorderen Umwerfers einer erfindungsgemäßen Fahrradgangschaltung mit drei Kettenrädern ist in der Fig. 6 dargestellt. Die Umfangsfläche der Kurvenscheibe weist elf muldenartig ausgenommene Bereiche oder Mulden a bis k auf, die im wesentlichen mit gleichmäßigem Abstand (konstantem Winkel) zueinander entlang der Umfangsfläche verteilt sind. Geringfügige Abweichungen von der gleichmäßigen Verteilung sind erforderlich, weil die Rolle 37 des Pendelhebels 34 nicht radial zu der Kurvenscheibe bewegt wird, sondern auf einem Bogen und dem Lagerpunkt des Pendelhebels. Der Radius, d.h. der Abstand der Mulden a bis k vom Mittelpunkt M ist unterschiedlich. Die Mulden a, b und c weisen jeweils den gleichen Abstand vom Mittelpunkt auf und sind entlang der Umfangsfläche über Flächen miteinander verbunden, die entlang einer Kreislinie um den Mittelpunkt M verlaufen. Entsprechendes gilt für die Mulden d bis h sowie für die Mulden i bis k. Die Mulden d bis h liegen näher am Mittelpunkt M als die Mulden a bis c,

- 13 -

und die Mulden i bis k liegen ihrerseits näher am Mittelpunkt als die Mulden d bis h. Zwischen je zwei Mulden unterschiedlichen Abstands, also zwischen den Mulden c und d sowie zwischen den Mulden h und i entspricht die Umfangsfläche nicht einer Kreislinie, sondern verbindet einen Kreis des einen Umfangs mit einem Kreis eines anderen Umfangs.

Die Fig. 7 zeigt eine Kurvenscheibe für die Steuerung eines hinteren Schaltwerks mit sieben Ritzeln. Sie entspricht der Kurvenscheibe aus Fig. 6, jedoch sind die Abstände der Mulden a bis k anders gewählt. die Mulde a hat den größten Abstand vom Mittelpunkt M der Kurvenscheibe. Die Mulde b hat einen geringeren Abstand als die Mulde a. Die Mulde c hat wiederum einen geringeren Abstand als die Mulde b. Von der Mulde c zur Mulde d steigt der Mittenabstand wieder an bis zu dem Wert, den die Mulde b aufweist; die Mulde d hat also denselben Abstand vom Mittelpunkt M wie die Mulde b. Von der Mulde d aus sinkt der Mittenabstand. Die Mulden e, f, g und h liegen jeweils dichter am Mittelpunkt als ihre Vorgänger (in dieser Reihenfolge). Dann steigt die Umfangsfläche an, d.h. die Mulde i weist den gleichen Mittenabstand auf wie die Mulde g. Schließlich folgen die Mulden j und k, wobei die Mulde j gleichen Mittenabstand aufweist wie die Mulde h und die Mulde k von allen Mulden a bis k dem Mittelpunkt am nächsten liegt.

Es ergibt sich also vom Mittelpunkt M aus gesehen eine Umfangsfläche, die von a nach c fällt, von c nach d steigt, von d nach h fällt, von h nach i steigt und schließlich von i nach k fällt.

Drei Tabellen der möglichen Übersetzungsverhältnisse für Gangschaltungen mit drei Kettenrädern und sieben bzw. acht Ritzeln sind in der Fig. 8 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß nicht alle theoretisch möglichen Gänge auch tatsächlich sinnvoll einzusetzen sind. Vielmehr sind bei sieben Ritzeln nur elf Über-

- 14 -

setzungsstufen sinnvoll, bei acht Ritzeln sind es zwölf. Zudem sollen Schaltzustände vermieden werden, in denen die Antriebskette weit außerhalb der optimalen Kettenspur liegt. Das wäre der Fall, wenn vorne und hinten gleichzeitig die jeweils kleinsten oder die jeweils größten Kettenräder ausgewählt sind. Üblicherweise sind nämlich bei dem vorderen Schaltwerk das kleinste Kettenrad zur Rahmenmitte hin und das größte Kettenrad zur Tretkurbel hin angeordnet, während bei dem hinteren Schaltwerk das kleinste Ritzel außen und das größte Ritzel innen, also zur Nabe hin liegt.

In der Praxis wird die erfindungsgemäße Fahrradgangschaltung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel folgendermaßen verwendet:

Es wird zunächst beschrieben, wie ausgehend von dem kleinsten Übersetzungsverhältnis, d.h. wenn die Antriebskette bei dem hinteren Schaltwerk auf dem größten Ritzel und bei dem vorderen Schaltwerk 1 auf dem kleinsten Kettenrad 10 liegt, alle sinnvollen Übersetzungsstufen mit nur einem Schalthebel 48 durchgeschaltet werden.

Da beide Schaltwerke nach einer Alternative des Anspruchs 1 in Richtung des größten Übersetzungsverhältnisses vorgespannt sind, müssen die den Schaltwerken zugeordneten Bowdenzüge jeweils maximal gespannt sein. Die Pendelhebel 34 und 64 sind deshalb in ihrer von der Achse 42 am weitesten entfernt liegenden Position, wie es in der Fig. 3 dargestellt ist. Die Pendelhebel 34 und 64 werden entgegen der Federkraft der Schaltwerksfedern (vorne der Schenkelfeder 23) in dieser Position gehalten, weil sie mit ihren Rollen (nur die eine Rolle 37 ist dargestellt) in den Mulden a der Kurvenscheiben anliegen. Die von den Seilzügen eingeleitete Kraft führt nicht zu einer Drehung der Kurvenscheiben 40 und 60, weil



- 15 -

- erstens die Krafrichtung im wesentlichen radial auf die Achse 42 zu verläuft und somit (fast) keine Kraftkomponente in einer mögliche Drehrichtung auftritt und
- zweitens die Form der Mulden bei einer Drehung der Kurvenscheiben 40 und 60 zunächst eine, wenn auch geringfügige, Auslenkung der Pendelhebel 34 und 64 entgegen der Zugrichtung der Seilzüge erfordert.

Zum Schalten der erfindungsgemäßen Gangschaltung in das nächstgrößere Übersetzungsverhältnis muß der Bowdenzug des hinteren Schaltwerks soweit nachgelassen werden, daß die Kette auf das nächstkleinere Ritzel umspringt. Dazu wird der Schalthebel 48 in Fig. 5 so betätigt, daß er sich von oben gesehen im Uhrzeigersinn dreht. Die Schaltklinke 52 greift an dem nächstliegenden Zahn 56 der Zahnscheibe 55 an und dreht diese ebenfalls um ihre Achse. Die Vierkantwelle 59 koppelt die Zahnscheibe 55 drehfest mit der Zahnscheibe 43 sowie mit den Kurvenscheiben 40 und 60. Deshalb dreht sich die Kurvenscheibe 40 in Fig. 3 und 5 im Uhrzeigersinn, so daß der Pendelhebel 34 zunächst entgegen der Zugrichtung des Seilzugs 31 geschwenkt wird, da die Rolle 37 die Mulde a verläßt. In dem vom Mittelpunkt M aus gesehen abfallenden Bereich der Umfangsfläche nähert sich die Rolle 37 dann wieder dem Mittelpunkt M, so daß der Pendelhebel 34 den Seilzug 31 nachläßt. Die Rolle 37 folgt dabei der Kontur der Kurvenscheibe 40, weil die Federkraft des angesteuerten Schaltwerks über den Seilzug 31 eine Zugkraft in Richtung des Mittelpunkts der Kurvenscheibe 40 ausübt.

Auch die Kurvenscheibe 60 dreht sich aufgrund der Koppelung über die Welle 59 im Uhrzeigersinn. Der das vordere Schaltwerk 1 steuernde Pendelhebel 64 läuft dabei mit seiner Rolle entlang der Umfangsfläche von der Mulde a (siehe Fig. 6) zu der Mulde b. Weil die Mulde a und die Mulde b der Kurvenscheibe 60 denselben Abstand vom Mittelpunkt M aufweisen, vollführt der Pendelhebel 64 keine Schwenkbewegung. Das vordere Schaltwerk 1

- 16 -

verbleibt in seiner Position über dem kleinsten Kettenrad 10. Der erste Schaltvorgang ist abgeschlossen.

Der Schalthebel 47 wird nun von einer (nicht dargestellten) Rückstellfeder in seine Mittellage zurückgeführt, wobei die nicht dargestellte untere Schaltklinke von der Zahnscheibe 43 abgehoben wird, damit sie über den gegen den Uhrzeigersinn nächstliegenden Zahn 45 hinweggeführt werden kann.

Bei dem nächsten Schaltvorgang wird der Schalthebel 47 erneut im Uhrzeigersinn (Fig. 5) bewegt, wobei die Schaltklinke 54 den nächsten Zahn der Zahnscheibe 55 erfaßt und die Zahnscheibe 55, die mit ihr gekoppelte Zahnscheibe 43 sowie die Kurvenscheiben 40 und 60 wiederum simultan gedreht werden. Die Rolle 37 läuft dann umfangsseitig auf der Kurvenscheibe 40 in die Mulde c, wobei die Kette auf das drittgrößte Ritzel gelegt wird. Die Mulde c der Kurvenscheibe 60 weist denselben Abstand vom Mittelpunkt M auf wie die Mulden a und b, so daß der Umwerfer 1 in seiner Position über dem Kettenrad 10 verbleibt. Jetzt ist die dritt-kleinste Übersetzung eingeschaltet.

Bei dem nächsten Schaltvorgang läuft die Rolle 37 von der Mulde c der Kurvenscheibe 40 in die Mulde d, die von dem Mittelpunkt M weiter entfernt liegt, als die Mulde c. Deshalb schwenkt der Pendelhebel 34 nach außen und übt eine Zugkraft auf den Seilzug 31 aus. Das hintere Schaltwerk wird auf eine kleinere Übersetzung geschaltet. Um eine größere Gesamtübersetzung zu erhalten, wird gleichzeitig bei der Kurvenscheibe 60, die den vorderen Umwerfer betätigt, der Seilzug bei dem Übergang von der Mulde c in die Mulde d der Seilzug nachgelassen, weil nämlich die Mulde d näher am Mittelpunkt M liegt als die Mulde c. Der Pendelhebel folgt somit der Zugkraft des Seilzugs und der Feder 23. Die Kette wird bei dem vorderen Umwerfer auf das mittlere Kettenrad 11 gelegt. Die auftretende Betätigungskraft bleibt dabei im wesentlichen beschränkt auf die Kraft, die notwendig ist, um das

- 17 -

hintere Schaltwerk entgegen der Federkraft zu schalten, da der vordere Umwerfer 1 infolge der Feder 23 selbständig schaltet. Nunmehr ist der vierte Gang erreicht.

Die Schaltvorgänge in Richtung auf eine größere Übersetzung von der Mulde d zur Mulde h laufen analog zu denjenigen von a nach c, wobei der Pendelhebel 34 nach innen schwenkt und jeweils nur das hintere Schaltwerk betätigt wird. Wenn sich die Rollen in den Mulden h gem. Fig. 6 und 7 befinden, ist der achte Gang eingeschaltet. Die Kette liegt auf dem sechsten Ritzel (dem zweitkleinsten) und auf dem mittleren Kettenrad 11.

Wenn von den Mulden h auf die folgende Mulde i umgeschaltet werden soll, findet ein Schaltvorgang analog zu dem Schaltvorgang von c nach d statt. Der vordere Umwerfer 1 springt aufgrund seiner Federvorspannung auf das größte Kettenrad 12, während das hintere Schaltwerk zur Minderung des Übersetzungssprungs um eine Schaltstufe entgegen der Federkraft zurückschaltet. Die Kette liegt hinten auf dem fünften Ritzel und vorne auf dem größten Kettenrad. Dieses entspricht in diesem Schaltschema dem neunten der elf verwendbaren Gänge.

Die nächsten beiden Gänge zehn und elf werden dadurch erreicht, daß die hinteren Ritzel sechs und sieben eingeschaltet werden. Dazu werden die Kurvenscheiben 40 und 60 so weitergedreht, daß die Rollen der Pendelhebel 34 und 64 die Mulden j und danach in die Mulden k gelangen. Schließlich ist das größtmögliche Übersetzungsverhältnis erreicht.

Zum Herunterschalten von dem größtmöglichen Übersetzungsverhältnis entsprechend dem elften Gang auf das kleinstmögliche Übersetzungsverhältnis entsprechend dem ersten Gang wird der Schalthebel 47 gegen den Uhrzeigersinn bewegt. Nunmehr greift die nicht sichtbare Schaltklinke an einem Zahn 45 der Zahn-

- 18 -

scheibe 43 an und dreht die Zahnscheiben 43 und 55 sowie die Kurvenscheiben 40 und 60 gegen den Uhrzeigersinn.

Von Mulde k ausgehend zu der Mulde i hin steigt die Umfangsfläche der Kurvenscheibe 40 an, so daß das hintere Schaltwerk jeweils auf das nächstgrößere Ritzel geschaltet wird. Weil die Umfangsfläche der Kurvenscheibe 60 auf gleichem Radius bleibt, wird der vordere Umwerfer 1 nicht geschaltet.

Von i nach h, also vom neunten zum achten Gang, wird der Umwerfer 1 entgegen der Kraft der Feder 23 auf das mittlere Kettenrad geschaltet, während das hintere Schaltwerk aufgrund der eigenen Federvorspannung auf das nächstkleinere Ritzel schaltet.

Von h nach d, also vom achten zum vierten Gang wird wiederum nur das hintere Schaltwerk betätigt.

Von der Position d zur Position c schaltet der vordere Umwerfer auf das kleinste Kettenrad 10 um, weil der Seilzug über den Pendelhebel 64 und dessen Rolle entlang der Umfangsfläche der Kurvenscheibe nach außen gedrückt wird. Es ist hierzu erforderlich, die Federkraft der Feder 23 zu überwinden, während das hintere Schaltwerk den Schaltvorgang selbständig vornimmt.

Von c nach a, also vom dritten in den ersten Gang wird wieder nur das hintere Schaltwerk betätigt, bis die Kette auf dem größten Ritzel aufliegt.

Es ist natürlich auch möglich, von jeder der Stufen a bis k die jeweils benachbarte Stufe zu erreichen.

Es wird durch diese Schaltweise erreicht, daß der relativ große Übersetzungssprung des vorderen Schaltwerks durch gegenläufiges Schalten des hinteren Schaltwerk gemindert wird. Die Übersetzungssprünge sind beim vorderen Schaltwerk etwa doppelt so groß

- 19 -

wie bei dem hinteren, so daß sich durch simultanes Schalten beider Schaltwerke nahezu gleichmäßige Übersetzungsstufen ergeben.

Außerdem kann mit dem dargestellten Schalthebel die gesamte Bandbreite der Übersetzung durchgeschaltet werden, wobei zum Heraufschalten nur der Hebel in die eine Richtung gezogen werden muß, während er zum Herunterschalten in die entgegengesetzte Richtung gedrückt wird. Der Fahrer muß nicht mehr zwei separate Schaltwerke über zwei oder noch mehr Hebel bedienen, was gerade bei Kindern oder Fahranfängern zu erheblichen Schwierigkeiten führt.

Die Betätigungskräfte des Schalthebel bleiben auch bei gleichzeitigem Schalten der beiden erfindungsgemäßen Schaltwerke, in dem beschriebenen Beispiel von c nach d sowie von h nach i und umgekehrt, relativ gering, weil in jedem Fall nur die Federkraft eines Schaltwerks zu überwinden ist, während das andere Schaltwerk der Federvorspannung folgend selbständig schaltet.

Bei den bekannten Fahrradgangschaltungen mit zwei Schaltwerken ist die Federvorspannung demgegenüber immer so gerichtet, daß bei entspanntem Seilzug die Kette auf das jeweils kleinste Ritzel bzw. Kettenrad gelegt wird. Das bedeutet aber, daß das hintere Schaltwerk in Richtung auf die größte Übersetzung vorgespannt ist, der vordere Umwerfer hingegen auf die kleinste Übersetzung. Wenn nun bei einem Schaltvorgang der vordere Umwerfer auf ein größeres Kettenrad geschaltet werden soll und gleichzeitig das hintere Schaltwerk um einen Gang zurück geschaltet werden soll, so ist die Federkraft beider Schaltwerke zu überwinden. Die dabei auftretenden Kräfte sind mit einem Schalthebel, der beide Schaltwerke simultan schaltet, praktisch nicht überwindbar.

- 20 -

Außerdem kann je nach Konfiguration der Übersetzung (siehe die die Tabellen in der Fig. 8) der simultane Schaltvorgang bei anderen Gangstufen vorgesehen sein, beispielsweise zwischen den Positionen d und e sowie zwischen i und j. Diese Möglichkeit ist in Fig. 8 Tabelle II veranschaulicht.

Schließlich ist Schaltschema für eine Schaltung mit drei Kettenrädern und acht Ritzeln in der Tabelle III in Fig. 8 gezeigt. Hierbei sind auf den Kurvenscheiben zur Steuerung der Schaltwerke je zwölf Mulden vorzusehen.

Die erfindungsgemäße Fahrradgangschaltung ist wegen der relativ hohen Federkräfte bei reinen Kettenschaltungen gemäß dem Ausführungsbeispiel besonders vorteilhaft. Sie kann aber auch bei Kombinationen aus einem Kettenschaltwerk mit einer Nabenschaltung mit Vorteil angewendet werden.

### Patentansprüche

1. Fahrradgangschaltung mit einem ersten Schaltwerk (1) und einem zweiten Schaltwerk (2), die im Kraftfluß hintereinander liegen, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das erste Schaltwerk (1) und das zweite Schaltwerk (2) entweder in Richtung der jeweils größten Übersetzung oder in Richtung der jeweils kleinsten Übersetzung vorgespannt sind.

2. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß wenigstens eines der Schaltwerke (1, 2) von einer Feder vorgespannt ist.

3. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß wenigstens eines der Schaltwerke (1, 2) über einen Seilzug, insbesondere einen Bowdenzug bedienbar ist.

4. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das erste Schaltwerk (1) und das zweite Schaltwerk (2) gemeinsam über einen Bedienungshebel ( ) bedienbar sind.

5. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das erste Schaltwerk (1) und/oder das zweite Schaltwerk (2) über mindestens eine Kurvenscheibe und mindestens einen Pendelhebel betätigt werden.

6. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das erste Schaltwerk (1) ein einer Hinterradnabe zugeordnetes Kettenschaltwerk ist.

- 22 -

7. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das erste Schaltwerk 5 bis 8 Gänge umfaßt.

8. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zweite Schaltwerk ein einem Tretlager zugeordnetes Kettenschaltwerk ist.

9. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zweite Schaltwerk ein der Hinterradnabe zugeordnetes Planetengetriebe ist.

10. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zweite Schaltwerk ein der Hinterradnabe zugeordnetes Ziehkeilgetriebe ist.

11. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zweite Schaltwerk 2 bis 5 Gänge umfaßt.

12. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das erste Schaltwerk (1) Übersetzungsstufen von etwa 10 - 20 % von Gang zu Gang aufweist.

13. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das zweite Schaltwerk (2) Übersetzungsstufen von etwa 25 - 45 % von Gang zu Gang aufweist.

14. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die wenigstens eine Kurvenscheibe mittels eines Lasers geschnitten ist.



- 23 -

15. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die wenigstens eine Kurven-  
scheibe aus einem Stahl mit wenigstens 0,2 % Kohlenstoffanteil  
besteht.

16. Fahrradgangschaltung nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die wenigstens eine Kurven-  
scheibe aus einem der Stähle C35, C45 oder C60 gefertigt ist.

Fig.1

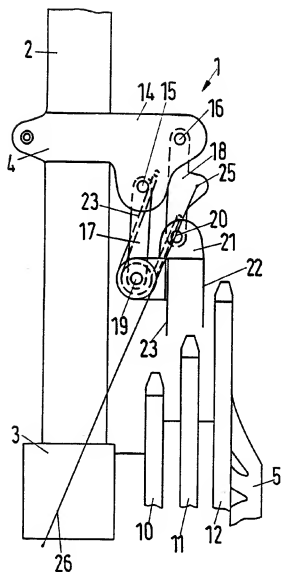


Fig.2

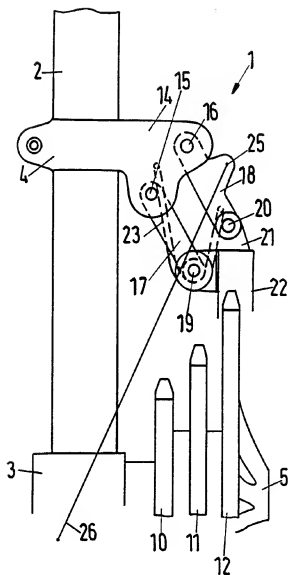


Fig.3

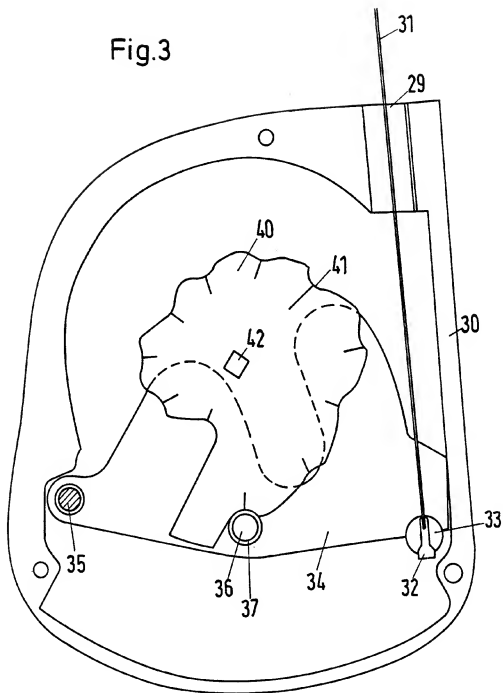


Fig. 4

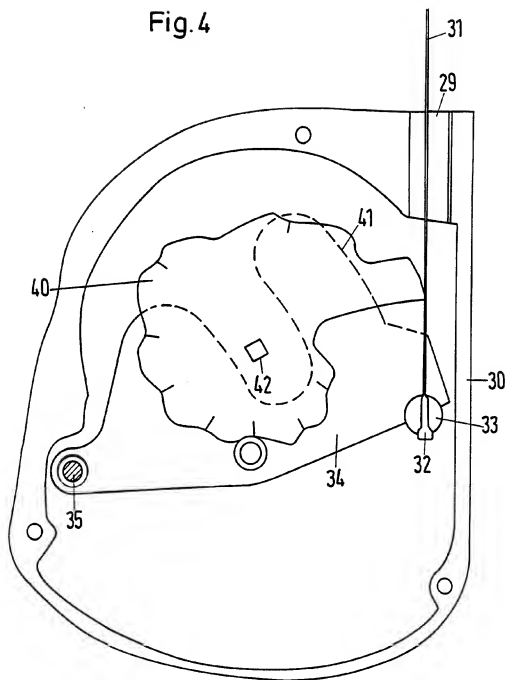
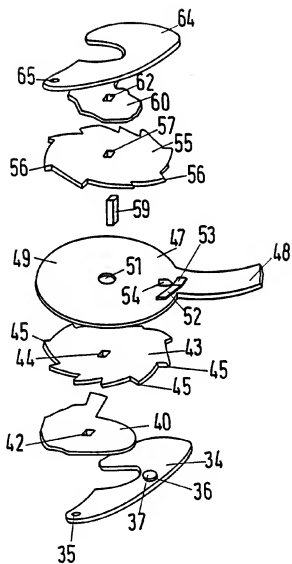


Fig.5



ERSATZBLATT

Fig.6

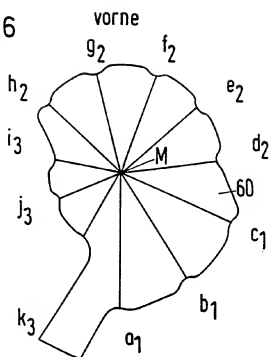


Fig.7

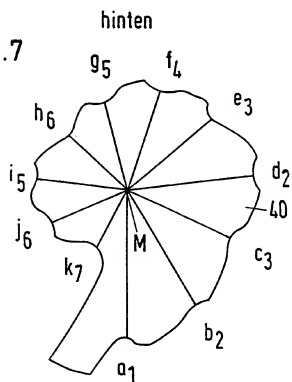


Fig.8

Tabelle I

Zähne auf dem Ritzel	Zähnezahl auf dem Kettenrad			
	26	36	46	
12	2,17	3,00	k	3,83
14	1,86	2,57	j	3,29
17	1,53	2,12	i	2,71
20	1,30	1,80		2,30
23	c 1,13	e 1,57		2,00
26	b 1,00	d 1,38		1,77
30	a 0,87	1,20		1,53

Tabelle II

Zähne auf dem Ritzel	Zähnezahl auf dem Kettenrad			
	24	36	46	
13	1,85	2,77	k	3,54
15	1,60	2,40	j	3,07
17	1,41	2,12		2,71
20	d 1,20	f 1,80		2,30
24	c 1,00	e 1,50		1,92
29	b 0,83	1,24		1,59
34	a 0,71	1,06		1,35

Tabelle III

Zähne auf dem Ritzel	Zähnezahl auf dem Kettenrad			
	22	32	42	
11	2,00	2,91	k	3,82
12	1,83	2,67	j	3,50
14	1,57	2,29	i	3,00
16	1,38	2,00		2,63
18	1,22	1,78		2,33
21	c 1,05	e 1,52		2,00
24	b 0,92	d 1,33		1,75
28	a 0,79	1,14		1,50